

相应水位法在湖北荆州东荆河流域洪水预报中的应用

王 军 李志辉

湖北省荆州市水文水资源勘测局 湖北 荆州 434000

摘 要: 2023年“双节”期间,受丹江口水库上游降水和下泄流量增加影响,汉江干流10月1日起逐步超警,东荆河干支流水位相继超设防、超警戒,防汛形势一度紧张严峻。9月29日-10月7日,荆州水文局面对东荆河流域影响因素多、关系复杂又无基本水文站流量的艰难预报条件,根据上游适时调整的调度信息和区间水雨情汇流情况,提前准确预测到荆州东荆河流域潜江站以下新沟、北口、万家坝、中革岭、唐咀洪峰水位及峰值时间,及时发布8期东荆河流域水雨情专报,为市防指调度决策提供了及时准确的参谋支撑,高质量完成2023年东荆河流域秋汛服务,得到荆州市防指高度赞誉和专文表扬。

关键词: 荆州东荆河流域;洪水预报;相关性研究

引言:洪水作为一种自然灾害,对人类的生产生活构成了严重威胁,尤其是在河流流域地区。准确及时的洪水预报对于防洪减灾、保障人民生命财产安全具有重要意义。湖北荆州东荆河流域,作为汉江下游重要的分流河道,其防洪形势尤为严峻。东荆河不仅承载着汉江约四分之一的洪水,还是汉南和四湖地区的重要防洪屏障,其洪水预报的准确性直接关系到流域内数百万人民的生命财产安全。

近年来,随着气候变化和极端天气事件的频发,东荆河流域的防洪压力日益增大。特别是在2023年“双节”期间,受丹江口水库上游降水和下泄流量增加的影响,汉江干流逐步超警,东荆河干支流水位也相继超设防、超警戒,防汛形势一度紧张严峻。面对这一复杂局面,荆州市水文局积极应对,利用先进的洪水预报技术和方法,为东荆河流域的防洪减灾提供了有力支撑。

在众多洪水预报方法中,相应水位法因其原理简单、操作方便、预报精度较高等特点而被广泛应用。该方法基于河段洪水波运动和变形规律,利用河段上断面的实测水位(流量)来预报河段下断面未来的水位(流量)。在东荆河流域,由于影响因素众多、关系复杂,且缺乏基本水文站流量的直接观测数据,因此,相应水位法成为了一种切实可行的洪水预报方案。

本文旨在探讨相应水位法在湖北荆州东荆河流域洪水预报中的应用情况。通过对东荆河流域概况、水文特征以及水文监测站点设立情况的详细介绍,分析了相应水位法在该流域洪水预报中的适用性和准确性。同时,结合2023年东荆河流域秋汛的实际情况,验证了相应水位法在洪水预报中的实际效果,并提出了进一步完善洪水预报体系的建议。本研究不仅为东荆河流域的防洪减

灾提供了科学依据,也为其他类似流域的洪水预报工作提供了有益借鉴。

1 基本情况

1.1 东荆河流域概况

东荆河,以其流经地理位置位于湖北中东部荆北水系东侧,故称东荆河。上起潜江市龙头拐引流汉江,在下游流经仙桃市、洪湖市、武汉市汉南区三合垸入长江,河流全长173km,流域面积417.5km²,是汉江下游唯一的分流河道,也是汉南和四湖地区重要防洪屏障。其流域范围,包括潜江、监利、洪湖、仙桃四市85个乡镇、农场和武汉市汉南部分区域,涉及500多万人口。

东荆河是江汉水沙运动的产物,原为古云梦泽的一部分。古往今来,东荆河地域江河串通,湖泊密布,水域辽阔,水源关系复杂。

历史上,由于东荆河下游无统一堤防,上游虽有堤防可防,但堤身低矮单薄,千疮百孔,洪灾经常发生。据不完全统计,仅1658年至1949年,共溃口98次,清代约四年一次,民国几乎年年溃口,其中1931年、1935年最为惨重。

1.2 东荆河流域水文特征

东荆河流域有三个显著特征。一是事关汉江防洪全局。它是汉江防洪体系的重要组成部分,可分泄汉江约四分之一的洪水,大大缓解汉江下游,尤其是武汉市的防洪压力。二是自身水文特性复杂。东荆河是平原河流,该河首汉尾江,兼受汉江洪水制约,具有两江洪水特性,呈现夏盈冬涸状况。据陶朱埠水文站(现潜江水文站)记载,历年最高水位为42.26m(1964年10月9日),历年最低水位为29.96m(1959年1月31日);历年最大流量5340m³/s(1934年7月6日),历年最小流量为零

(断流)^[1]; 历年最小输沙量是24.9t (1978年), 年平均含沙量2.41kg/m³, 最大达4.33kg/m³。三是流域自身防洪保安压力大。东荆河两岸是富饶发达的经济之区, 汉江出现大洪水时, 东荆河要保证在分洪流量5000m³/s情况下不溃口, 防洪保安成为首要任务。每年主汛期洪水来势迅猛, 涨落率高, 干流汛期洪水总落差有时高达13m, 复峰重叠, 单峰一般为时不长。水面坡降一般为0.52‰, 洪峰经常高出堤内地面8m以上, 若再受到长江汉江洪水顶托, 防洪形势便更趋严峻。

1.3 水文监测站点设立情况

潜江水文站始建于1933年, 位于湖北省潜江市, 为

控制汉江分流入东荆河流域的基本站, 上游约7.0km为汉江分流入口, 下游8.8km为田关河汇入口。洪水主要来源为上游汉江分流, 每年春汛5-7月, 秋汛8-11月, 主汛期为秋汛。该站属二类精度水文站, 测验项目有: 水位、流量、悬移质输沙率、悬移质颗粒分析、降水量。

潜江水文站以下依次建有新沟泵站下、北口、万家坝、中革岭闸、唐咀5处水位站, 至出河口距离分别为112km、92km、68km、53km、21km, 其中中革岭闸水位站于2020年4月由汉江河道管理局设立, 其他水位站于2014年3月由湖北省水文水资源局设立, 如图1所示。

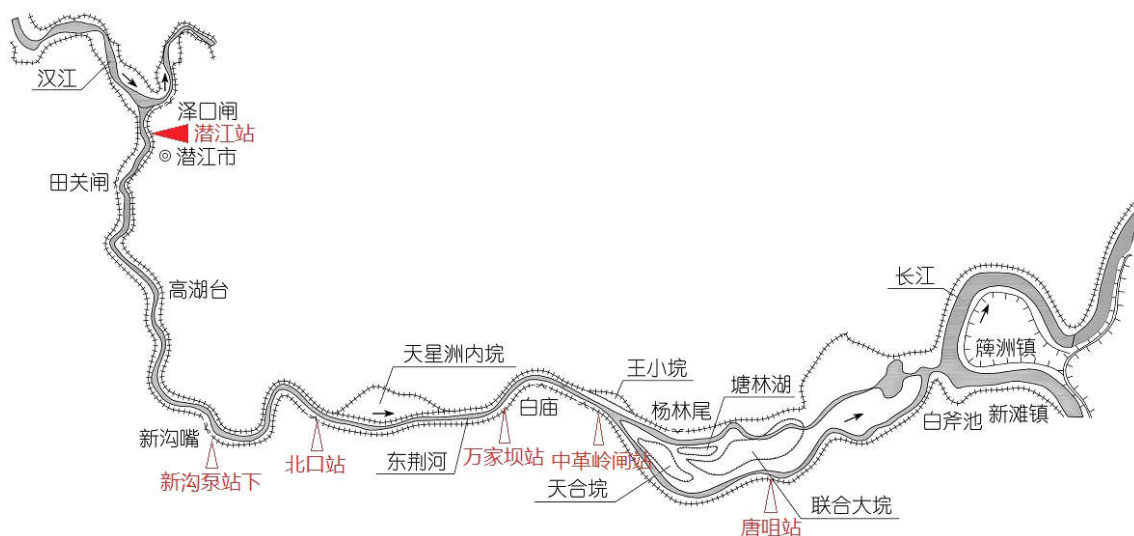


图1 预报站点位置示意图

2 分析计算

2.1 相应水位 (流量) 法

根据河段洪水波运动和变形规律, 利用河段上断面的实测水位 (流量), 预报河段下断面未来水位 (流量) 的方法, 称为相应水位 (流量) 法。用相应水位 (流量) 法制作预报方案时, 一般不直接去研究洪水波的变形问题, 而是用断面实测水位 (流量) 过程资料, 建立上下游站同次洪水水位 (流量) 间的相关关系, 综合反映该河段洪水波变形的各项因素。

2.1.1 基本原理

相应水位是指河段上下站同次洪水过程线上同位相的水位, 处于同一位相点上下游站的流量称为相应流量, 河段相应水位与相应流量有直接关系, 要研究河道中水位的变化规律, 就应当研究形成该水位的流量变化规律。

设河段上下游两站的距离为L, t时刻的上游站流量为 $Q_{上, t}$, 经过时间 τ 的传播, 下游站的相应流量为 $Q_{下, t+\tau}$, 若无区间入流, 两者的关系为:

$$Q_{下, t+\tau} = Q_{上, t} - \Delta Q_L \quad (1)$$

式中: ΔQ_L —上下游站相应流量的差值, 称为洪水波展开量, 与附加比降有关。

若在 τ 时间内, 河段有区间入流 q , 则下游站 $t+\tau$ 时刻形成的流量为:

$$Q_{下, t+\tau} = Q_{上, t} - \Delta Q_L + q \quad (2)$$

式(2)是相应水位 (流量) 法的基本方程。

2.1.2 简单的相应水位法

在无支流汇入的河段上, 若河段冲淤变化不大, 无回水顶托, 且区间入流较小时, 影响洪水波传播的因素比较单纯。此时, 可根据上游站和下游站的实测水位过程线, 摘录相应的特征点即洪峰水位值及其出现时间, 并绘制相应洪峰水位相关曲线及其传播时间曲线^[2], 即:

$$Z_{下, t+\tau} = f(Z_{上, t}) \quad (3)$$

$$\tau = f(Z_{上, t}) \quad (4)$$

本文收集整理了东荆河潜江站、新沟泵站下、北口

站、万家坝站、唐咀站2014年至2022年历年最高水位资料以及2021年两场洪水资料，剔除2016年和2020年受长江洪水顶托的两年资料，中革岭闸站2021年两场洪水资

料和2022年最高水位资料。采用简单的相应水位法分析得到新沟泵站下、北口站、万家坝站、中革岭闸站、唐咀站与潜江站相应洪峰水位关系如下图2。

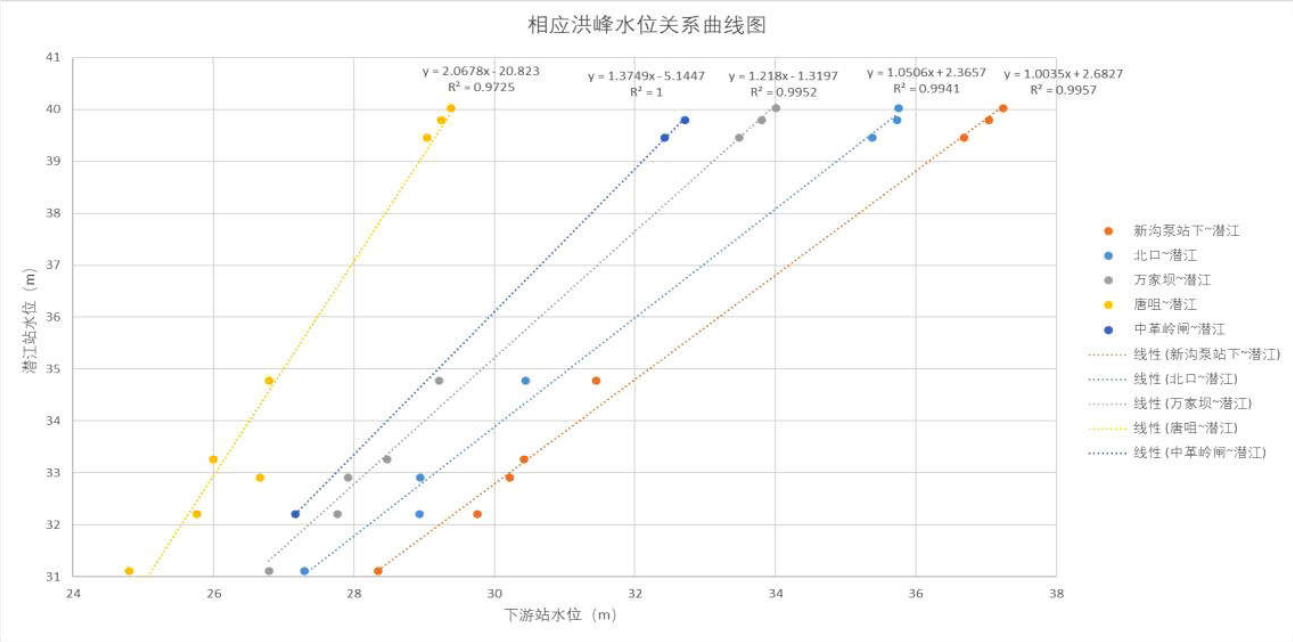


图2 东荆河下游五站~潜江站相应洪峰水位关系曲线图

2.2 相应传播时间

一般情况下，潜江站到新沟泵站下、北口站、万

家坝站、中革岭闸站和唐咀站的传播时间分别为14h、20h、27h、30h、33h，详见下表1。

表1 东荆河各站传播时间表

预报站点	新沟泵站下	北口	万家坝	中革岭闸	唐咀
与潜江站距离（km）	53	73	97	112	144
自潜江站传播时间（h）	14	20	27	30	33

3 结论及建议

采用荆州东荆河下游代表五站~潜江站相应洪峰水位关系曲线图预报2023年荆州东荆河秋汛新沟泵站下、北口站、万家坝站、中革岭闸站、唐咀站洪峰水位，误差分别为0.05m、-0.06m、-0.05m、-0.06m、-0.07m，误差均小于0.10m。由于站点资料年限较短，本次关系图缺乏潜江站35~39m水位级的关系点据，有待后续完善。

结合2023年10月5日现场实测的各代表断面流量（1850m³/s、1670m³/s、1100m³/s、343m³/s、197m³/s）分析，一般在正常畅流期相应洪水传播时间分别为14h、

20h、27h、30h、33h，遇下游顶托一般增加2-3h。

东荆河流域面积广，防洪形势严峻复杂，建立一个流域统筹调度、地区协同联动、行业信息共享的联合调度机制，以应对愈来愈频繁的秋汛攻势，确有必要。

参考文献

[1]熊远山,蔡历华,刘永雄,皮凌华.运用水力、水文学方法演算东荆河洪水[J].科技与企业,2013,10:150-151,153.
[2]叶守泽,詹道江.工程水文学（第三版）[M].北京:中国水利水电出版社,2000:121-122.